

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. März 2001 (01.03.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/14264 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: C03B 5/02,
5/225, 5/44, H05B 6/22

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/07986

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. August 2000 (16.08.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
199 39 780.5 21. August 1999 (21.08.1999) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
AU, GB, IE, IL, IN, JP, KE, KP, KR, NZ, SG, TZ, UG, US,
ZA): SCHOTT GLASS [DE/DE]; Hattenbergstrasse 10,
55122 Mainz (DE).

(71) Anmelder (nur für AU, BB, BJ, BZ, CG, CI, CM, GA,
GB, GD, GE, GH, GM, GN, GW, IE, IL, IN, KE, KG, KP,
KR, KZ, LC, LK, LR, LS, MG, ML, MN, MR, MW, MZ,

NE, NZ, SD, SL, SN, SZ, TD, TG, TT, TZ, UG, VN, ZA,
ZW): CARL-ZEISS-STIFTUNG trading as SCHOTT
GLASS [DE/DE]; Hattenbergstrasse 1, 55122 Mainz (DE).

(71) Anmelder (nur für BB, BF, BJ, BZ, CF, CG, CI, CM, GA,
GD, GE, GH, GM, GN, GW, JP, KE, KG, KZ, LC, LK, LR,
LS, MG, ML, MN, MR, MW, MZ, NE, SD, SL, SN, SZ, TD,
TG, TT, TZ, UG, VN, ZW): CARL-ZEISS-STIFTUNG
[DE/DE]; 89518 Heidenheim (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RÖMER, Hildegard
[DE/DE]; Heidegasse 9, 61184 Karben (DE). KOLBERG,
Uwe [DE/DE]; Flösserweg 1, 55252 Mainz-Kastel (DE).
RÄKE, Guido [DE/DE]; Stromberger Str. 27b, 55411 Bin-
gen (DE).

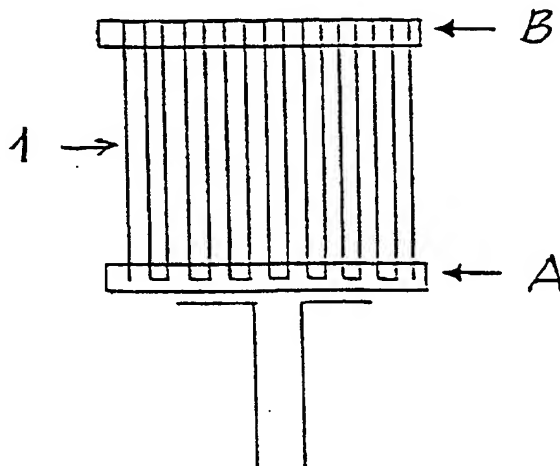
(74) Anwalt: DR. WEITZEL & PARTNER; Friedenstrasse
10, 89522 Heidenheim (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU,
CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SKULL POT FOR MELTING OR REFINING GLASS OR GLASS CERAMICS

(54) Bezeichnung: SKULLTIEGEL FÜR DAS ERSCHMELZEN ODER DAS LÄUTERN VON GLÄSERN ODER GLASKERA-
MIKEN



(57) Abstract: The invention relates to a skull pot for melting or refining glass or glass ceramics, comprising a pot wall (1), a pot base, and an induction coil (3) which surrounds said pot wall and through which high-frequency energy can be coupled into the contents of the pot. The pot wall is made up of a ring of metal pipes (1.1) which can be connected to a cooling medium, slot-type intermediate chambers being provided between adjacent metal pipes. The pot base has a run-off for the melt. The metal pipes (1.1) that form the pot wall (1) are short-circuited with each other above the base in order to increase the degree of efficiency of the skull pot and especially, in order to even out the temperature profile of the melt throughout the depth of the melt.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Skultiegel für das Erschmelzen oder das Läutern von Gläsern oder Glaskeramiken; mit einer Tiegelwandung (1) mit einem Tiegelboden; mit einer Induktionsspule (3), die die Tiegelwandung umgibt und über welche Hochfrequenzenergie in den Tiegelinhalt einkoppelbar ist; die Tiegelwandung ist

aus einem Kranz von Metallrohren (1.1) gebildet, die an ein Kühlmedium anschließbar sind, mit schlitzenartigen Zwischenräumen zwischen einander benachbarten Metallrohren; der Boden weist einen Ablauf für die Schmelze auf. Um den Wirkungsgrad des Skultiegels zu steigern, und um insbesondere das Temperaturprofil der Schmelze über die Badtiefe hinweg zu vergleichmäßigen, werden die Metallrohre (1.1) der Tiegelwandung (1) oberhalb des Bodens miteinander kurzgeschlossen.

WO 01/14264 A1



LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,
TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— Mit internationalem Recherchenbericht.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Skulltiegel für das Erschmelzen
oder das Läutern von Gläsern oder Glaskeramiken

Die Erfindung betrifft einen sogenannten Skulltiegel für das Erschmelzen oder
das Läutern von Gläsern oder Glaskeramiken.

Solche Tiegel umfassen eine Tiegelwandung. Diese ist im allgemeinen
zylindrisch. Sie ist aus einem Kranz von vertikalen Metallrohren aufgebaut.
Zwischen einander benachbarten Rohren verbleiben Schlitze. Auch der
Tiegelboden kann aus Metallrohren aufgebaut sein. Er kann aber auch aus
Feuerfestmaterial bestehen.

Die Beheizung erfolgt durch eine Induktionsspule, die die Tiegelwandung
umgibt, und über welche Hochfrequenzenergie in den Tiegelinhalt
einkoppelbar ist.

Ein solcher Skulltiegel ist zum Beispiel aus EP 0 528 025 B1
bekanntgeworden.

Ein Skulltiegel arbeitet wie folgt: der Tiegel wird mit Gemenge oder Scherben
oder einem Gemisch hieraus befüllt. Das Glas beziehungsweise die Schmelze
müssen zunächst vorgeheizt werden, um eine gewisse Mindestleitfähigkeit zu
erreichen. Das Vorheizen geschieht häufig durch Brennerbeheizung. Ist die
Kopplungstemperatur erreicht, so kann die weitere Energiezufuhr über die
Einstrahlung von Hochfrequenzenergie erfolgen. Auch während des Betriebes
kann die Schmelze zusätzlich zu dem Beheizen mittels Hochfrequenzenergie
durch Brenner beheizt werden, die auf die Schmelze von oben her einwirken.
Die Zusatzbeheizung der Schmelzoberfläche kann auch über elektrische
Heizelemente erfolgen.

5

An der gekühlten, aus den Metallrohren bestehenden Tiegelwandung bildet sich während des Betriebes eine Randschicht aus erstarrter Schmelze. Diese schützt die Tiegelwand vor Korrosion durch aggressive oder heiße Schmelzen. Diese kalte Randschicht ist je nach Glasschmelze glasig oder kristallin.

10

Auch die Bodenschicht ist kalt, da der Boden ebenfalls gekühlt wird, genauso wie die Umfangswandung. Dort bildet sich ebenfalls eine glasige oder kristallisierte kalte Bodenschicht. Diese ist für das Ausgießen der Schmelze durch einen Bodenablauf nachteilig. Um die Schmelze durch einen Bodenablauf ablaufen zu lassen, muß nämlich die erstarrte Bodenschicht entweder durchstoßen oder mittels Zusatzheizungen thermisch aufgelöst werden. Dabei wirkt eine kristalline Schicht für die vorbeiströmende Schmelze als Keimbildner, was unerwünscht ist.

15

20

Die Hochfrequenzenergie läßt sich lediglich zur Aufheizung des Skultiegel-Innenraumes nutzbar machen. Sie kann hingegen nicht zur gezielten Erwärmung des gekühlten Bodenbereiches herangezogen werden. Wollte man nämlich mit der Induktionsheizung auch die bodennahen Schichten beheizen, so würde diesen Schichten wiederum Wärme durch die Bodenkühlung entzogen. Dies würde zu einer Verschlechterung des Energieeintrages führen - verglichen mit der ungekühlten heißen Mittelzone der Schmelze.

25

30

Es könnte auch daran gedacht werden, die Hochfrequenzleistung insgesamt zu steigern, so daß die Temperatur des Bodenbereiches die obere Entglasungstemperatur überschreitet. Damit wäre zwar das Problem des Ausgießens zu lösen. Jedoch würde die Schmelze im mittleren Bereich des Skultiegels überhitzt werden. Dies könnte dazu führen, daß die Synthese durch selektive Verdampfung einzelner Glaskomponenten verschoben wird, was mit Brechwertschwankungen und Schlieren einhergeht.

Es ist somit festzuhalten, daß bei den bisher bekannten Schmelztiegeln relativ niedrige Temperaturen im Bodenbereich nachteilig sind.

5 Genauso nachteilig kann es aber sein, wenn der Oberflächenbereich der Schmelze in Läutergefäßen relativ kalt ist. Die kalten Oberflächenschichten der Schmelze behindern nämlich die Blasen am Aufsteigen und am Aufplatzen.

10 Aber nicht nur beim Läutern, sondern auch beim Einschmelzen sind hohe Temperaturen der Schmelze im Oberflächenbereich erwünscht. Diese begünstigen nämlich die Geschwindigkeit des Abschmelzens.

15 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Maßnahmen zu treffen, einen Skultiegel derart zu gestalten, daß sich bei gegebener Energiezufuhr während des Betriebes die Temperatur in der Schmelze in verschiedenen Bereichen, die auf unterschiedlichen geodätischen Höhen liegen, kontrollieren läßt. Demgemäß soll es beispielsweise möglich sein, die Temperatur der Schmelze im unteren oder in einem mittleren oder im oberen Tiegelbereich besonders stark ansteigen zu lassen. Alternativ hierzu soll es ebenso gut möglich sein, eine stärkere Homogenität der Temperatur über die gesamte Tiegelhöhe
20 hinweg einzustellen.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale von Anspruch 1 gelöst.

Die Erfinder haben folgendes erkannt:

25 Die Hochfrequenzeinstrahlung wird auch in geringerem Maße von den metallischen Kühlfingern absorbiert. Hierdurch werden zwischen den elektrisch gegeneinander isolierten Kühlfingern Spannungen induziert. Dabei kommt es zu einer Lichtbogenbildung zwischen den einzelnen Kühlfingern.

30 Dies tritt besonders dann auf, wenn die erstarrte kalte Schicht aus arteigenem Material im Wandbereich bei hohen Schmelztemperaturen sehr dünn wird.

Dann liegt nämlich die volle Induktionsspannung an diesen Schichten an, da sowohl die Leitfähigkeit der heißen Schmelze als auch diejenige der Kühlfinger deutlich größer ist, als die Leitfähigkeit der gekühlten arteigenen Randschicht. Die geringen Randschichtdicken führen zu hohen Feldstärken und damit zur Bildung der genannten Lichtbogen oder Überschläge. Die Überschläge führen zu Beschädigungen der metallischen Kühlfinger und auf längere Sicht zur Zerstörung des Tiegels.

Durch die Erfindung, nämlich das Vorsehen eines Kurzschlußringes, werden die Überschläge vermieden. Damit wird somit die Lebensdauer des Skultiegels gesteigert.

Bei sehr großen Skultiegeln mit langen Kühlfingern wird es notwendig, sowohl oben als auch unten einen Kurzschlußring zu haben. Ein einziger Kurzschluß reicht nicht aus, um die HF-Induktionsspannungen abzubauen.

Dies gilt insbesondere für Schmelzen, die keine stabile, kristalline, elektrisch isolierende Randschicht zwischen Schmelze und Skultwand bilden. Bei Verwendung eines doppelten Kurzschlusses kann die Feld- und damit die Temperaturverteilung dadurch gezielt eingestellt werden, daß die Kurzschlußentfernung von der Schmelzmitte unterschiedlich weit entfernt gewählt wird.

Zum Beispiel kann man den Kurzschluß im Bodenbereich des Tiegels dadurch variabel gestalten, daß man die Kühlfinger des Skulls nicht direkt miteinander verbindet, sondern daß man die Kühlfinger über Gewindestangen nach unten verlängert und an den Gewindestangen einen verstellbaren Kurzschlußring anbringt. Mit einem solchen Tiegel kann je nach Schmelzphase (Einschmelzen, Läutern oder Guß) eine optimale Kurzschlußposition gewählt werden. Eine vergleichbare, höhenverstellbare

Kurzschlußmodifikation kann man natürlich auch am oberen Tiegelrand positionieren.

Bei sehr großen Tiegelhöhen ist zwar einerseits ein zweiter Kurzschluß unter Umständen notwendig, andererseits ist es im Falle zweier Kurzschlüsse durchaus möglich, daß einer der beiden Kurzschlüsse weiter außerhalb gezogen werden kann. Dies gilt insbesondere für die Schmelzphase des Gießens, wenn relativ niedrige Schmelztemperaturen eingestellt werden und sich die kalte Glasrandschicht in der Regel auch bei kritischen Glassystemen ausbildet.

Die Erfinder haben jedoch noch Weiteres erkannt:

Werden die metallischen Kühlfinger miteinander kurzgeschlossen, so führt der Kurzschluß je nach seiner Lage zu einer Verdrängung des HF-Feldes nach oben oder nach unten. Befindet sich der Kurzschluß am Boden des Skultiegels, so findet eine Verdrängung nach oben statt. Befindet sich der Kurzschluß im oberen Bereich, so findet eine Verdrängung nach unten statt. Bei einer Feldverdrängung nach oben wird der Oberflächenbereich der Schmelze heißer. Bei einer Verdrängung nach unten wird der Bodenbereich der Schmelze heißer. Man hat es somit in der Hand, je nach Anordnung des Kurzschlusses einen bestimmten Bereich der Schmelze in besonderem Maße aufzuheizen, oder auch eine homogene Temperaturverteilung zu erzielen.

Im allgemeinen wird man zum Läutern den Kurzschluß in den Bodenbereich legen. Das HF-Feld wird in diesem Falle nach oben verdrängt. Es wird der Oberflächenbereich der Schmelze besonders stark aufgeheizt. Die in der Schmelze enthaltenen Gasblasen steigen bereitwillig nach oben, wo sie die oberen Schichten der Schmelze leicht durchdringen und aufplatzen.

Auch beim Einschmelzen kann es vorteilhaft sein, den Kurzschluß in den Bodenbereich zu legen. Dabei wird wiederum eine besondere Erwärmung im

Bereich der entstehenden Oberfläche stattfinden, so daß das Abschmelzen beschleunigt wird.

5 Während der Phase des Gießens sollte der Auslauf frei von Kristallen sein. Die Schmelze sollte im Auslaufbereich Viskositäten um 10^4 dPas haben, ohne daß der Schmelzbereich in höheren Tiegelzonen auf Läutertemperatur erwärmt werden muß, was zu einem thermischen Reboilen führen würde. Um den Auslauf in der Gießphase frei von Kristallen zu halten, sollte der Kurzschluß in den oberen Bereich des Tiegel gelegt werden. In diesem Falle wird das HF-
10 Feld nach unten verdrängt, so daß der Auslaufbereich besonders stark aufgeheizt wird.

Der Kurzschluß wird zweckmäßigerweise durch einen metallischen Ring realisiert, der die metallischen Kühlfinger elektrisch leitend miteinander
15 verbindet. Der Kurzschluß - in welcher Form auch immer - muß an irgendeiner Stelle der Länge der Kühlfinger angeordnet sein, d.h. zwischen dem Boden des Skultiegels und den oberen Enden der Kühlfinger. Liegt der Kurzschluß außerhalb dieses Bereiches, so ist er für hochfrequente Spannungen nicht mehr wirksam, weil nämlich der induktive Widerstand einer solchen
20 "Leiterschleife" zu groß ist. US 4 049 384 beschreibt einen Skultiegel, der aus zwei Modulen aufgebaut ist. Jedes Modul umfaßt eine Reihe von Kühlfingern, die im Halbkreis angeordnet sind und mit einer metallischen, ebenfalls halbkreisförmigen Bodenplatte fest verbunden sind. Die beiden Bodenplatten sind unter Zwischenfügung einer elektrischen Isolierung zusammengefügt, so
25 daß kein Kurzschluß zwischen den Modulen hergestellt wird, worauf in jener Schrift Wert gelegt wird. Dies stand in Einklang mit der bisherigen Auffassung, wonach ein Kurzschluß vermieden werden muß, entgegen dem Grundgedanken der Erfindung.

30 Es könnte die Befürchtung aufkommen, daß mit einem Kurzschluß ein größeres Maß an Hochfrequenzleistung im Skultiegel selbst verbraucht wird,

oder daß das Hochfrequenzfeld nicht in den Innenbereich des Tiegels eindringt. Derartige Befürchtungen haben sich nicht bewahrheitet. Der Mehrverbrauch an Hochfrequenzleistung ist minimal. Die Erfindung hat somit starke Vorteile, aber so gut wie keine Nachteile.

5

Ein zusätzlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Aufbaus bei Verwendung eines Kurzschlußringes ist eine mechanische Stabilisierung des Tiegels.

10

Die Erfindung ist anhand der Zeichnungen näher erläutert. Darin ist im einzelnen folgendes dargestellt:

- Figur 1 zeigt einen Skultiegel in schematischer Aufrißansicht in einem vertikalen Zentralschnitt.
- Figur 2 zeigt eine Kurzschlußeinrichtung in offenem Zustand.
- 15 Figur 3 zeigt die Kurzschlußeinrichtung in geschlossenem Zustand.
- Figur 4 zeigt einen Skultiegel in einer Darstellung entsprechend Figur 1 mit unten liegender Kurzschlußeinrichtung.
- Figur 5 zeigt einen Skultiegel in einer Darstellung ähnlich Figur 1 mit oben liegender Kurzschlußeinrichtung.
- 20 Figur 6 zeigt ein Diagramm des Temperaturverlaufes in der Schmelze.

25

Der in den Figuren dargestellte Skultiegel dient dem Erschmelzen oder dem Läutern von Gläsern oder Glaskeramiken, vor allem von Glasscherben oder sogenanntem Gemenge oder von beidem.

30

Der Skultiegel weist eine Wandung 1 auf. Diese ist aus einem Kranz von vertikalen Metallrohren gebildet, die miteinander in leitender Verbindung stehen und an ein Kühlmedium angeschlossen sind, beispielsweise an Wasser.

Der Boden des Skultiegels 1.1 ist aus einer Quarzglasplatte aufgebaut. Auch er ist gekühlt, und zwar durch Luft, die aus Rohren austritt.

5 Die Wandung ist von einer Induktionsspule umgeben. Diese ist Bestandteil einer Hochfrequenzeinrichtung, mit welcher Hochfrequenzenergie in den Inhalt des Skultiegels eingekoppelt wird.

10 Die beiden Pfeile A und B veranschaulichen Positionen A und B, in denen eine Kurzschlußeinrichtung angeordnet werden kann.

Die Figuren 2 und 3 zeigen den Aufbau der Kurzschlußeinrichtung. Sie umfaßt einen Ring, gebildet aus zwei Halbringsegmenten 2.1, 2.2 sowie zwei Spanneinrichtungen 2.3, 2.4. Wie man sieht, umschließen die beiden Spannringssegmente 2.1, 2.2 die Wandung 1, aufgebaut aus einer Vielzahl von kranzförmig angeordneten, kühlmittelführenden Metallrohren 1.1.

15 Bei der Darstellung gemäß Figur 3 ist die Kurzschlußeinrichtung kurzgeschlossen. Die Spanneinrichtungen 2.3, 2.4 sind verspannt. Die Halbringsegmente 2.1, 2.2 liegen berührend und damit elektrisch leitend an den Metallrohren 1.1 an. Die Halbringsegmente 2.1, 2.2 sowie die Metallrohre 1.1 sind derart gestaltet und angeordnet, daß die Halbringsegmente in diesem Zustand die Metallrohre 1.1 kraftschlüssig umschließen.

20 Bei den Darstellungen gemäß der Figuren 4 und 5 erkennt man wiederum einen Skultiegel mit den Metallrohren 1.1. Die Metallrohre 1.1 sind umgeben von den Windungen 3 einer Hochfrequenzspule. Die Kurzschlußeinrichtung 2 befindet sich bei der Ausführungsform gemäß Figur 4 im Bodenbereich, und zwar unmittelbar über dem Boden des Skultiegels. Bei der Ausführungsform gemäß Figur 5 befindet sie sich an den oberen Enden der Metallrohre 1.1.

30

Die Ausführungsform gemäß Figur 4 eignet sich besonders zum Läutern von Glasschmelzen. Durch die Kurzschlußeinrichtung 2 wird das Hochfrequenzfeld stärker in den Bereich des Schmelzenspiegels gedrückt. Der Bereich des Schmelzenspiegels wird hierdurch stärker aufgeheizt. Gasblasen können durch die Schmelze in diesem Bereich nach oben hindurchtreten und aufplatzen.

Bei der Ausführungsform gemäß Figur 5 wird eine homogene Temperaturverteilung erreicht. Das Hochfrequenzfeld wird stärker in den Bereich des Bodens gedrückt. Die Schmelze im Bodenbereich wird dadurch stärker aufgeheizt, als im Bereich ihres Spiegels. Hierdurch wird eine Konvektion der Schmelze erzeugt, indem die heiße Schmelze aus dem Bodenbereich aufsteigt, so daß es zu einer Durchmischung von relativ heißer und relativ kalter Schmelze und damit zu einer Homogenisierung kommt. Außerdem wird sichergestellt, daß eine Kristallisation im Bodenbereich vermieden wird, so daß die Schmelze durch den im Bodenbereich befindlichen Auslaß problemlos abgelassen werden kann.

Figur 6 veranschaulicht das Tiefenprofil einer optischen Glasschmelze in einem Skultiegel, und zwar durch zwei Kurven. Dabei zeigt die Ordinate die Temperatur in Grad Celsius an und die Abszisse die Tiefe des Bades, an der die Temperatur gemessen wurde, in cm.

Kurve I veranschaulicht den Verlauf der Temperatur über der Tiefe des Bades bei Anordnung eines Kurzschlußringes an den oberen freien Enden der Kühlfinger. Kurve II veranschaulicht den Verlauf der Temperatur bei Anordnung des Kurzschlußringes im Bodenbereich.

Wie man sieht, führt die Anordnung des Kurzschlußringes im oberen Bereich zu einem bei Verwendung des Skultiegels als Schmelztiegel wesentlich günstigeren Ergebnis. Die Temperatur der Schmelze im Bodenbereich und

die Temperatur der Schmelze im Bereich des Schmelzenspiegels weisen keine allzu großen Unterschiede auf.

5 Das Prinzip der Temperaturhomogenisierung durch Positionierung des elektrischen Kurzschlusses am Skultiegelrand oben wurde mittels eines modifizierten Skultiegels mit Platinablauf an einem optischen Glas, das im wesentlichen aus den Komponenten Siliziumoxid, Zinkoxid, Kalium- und Natriumoxid besteht, getestet.

10 Für das Schmelzen wurde ein Skultiegel mit einem Durchmesser von 20 cm und einer Schmelzhöhe von 22 cm verwendet. Das Glas wurde mittels eines Brenners vorgeheizt und koppelt ab ca. 900° C selbst an das HF-Feld an, so daß der Brenner ausgeschaltet werden kann. Die HF-Frequenz beträgt 1 MHz. Die benötigte Leistung liegt je nach Temperatur der Schmelze zwischen 20
15 und 40 kW. Zum Gießen des Glases wird eine Schmelztemperatur von 1100° C eingestellt, hierfür wird eine Leistung von 25 kW benötigt.

Der Skultiegel wurde einmal mit Kurzschluß nach unten standardmäßig eingebaut und einmal mit Kurzschluß oben. Am Boden befindet sich ein
20 widerstandsbeheizter Platinauslaufflansch über den die Schmelze gegossen werden und die Glasqualität beurteilt werden kann.

Mittels Thermoelementen kann die Temperaturverteilung in der Schmelze gemessen werden. Die Thermoelemente werden über
25 Durchführungskondensatoren und Optokoppler aus der HF-Zone herausgeführt. Das gefilterte Thermosignal kann mit Standardmeßgeräten erfaßt werden.

Die Messung der vertikalen Temperaturverteilung in der Tiegelmitte zeigt den
30 deutlichen Vorteil der Positionierung des Kurzschlusses oben. Gegenüber

dem Standardaufbau ist die Temperaturverteilung deutlich homogener. Dies hat mehrere Vorteile:

- 5 Einmal ist eine homogene Temperaturverteilung Voraussetzung für das Erschmelzen eines homogenen optischen Glases. Zum anderen liefert das Gießen durch einen Bodenablauf im Fall der homogenen Temperaturverteilung mit Kurzschluß oben deutlich bessere Ergebnisse, da keine Kristallschicht am Boden störend wirkt und zur Verunreinigung des Endproduktes durch Kristalle führt. Zum Gießen ist eine Überhitzung der
- 10 oberen Tiegelzone, um sicherzustellen, daß der untere Schmelzbereich flüssig ist, nicht notwendig. Das Gießen kann durch diese Tiegelmodifikation bei wesentlich niedrigeren und moderaten Temperaturen erfolgen.

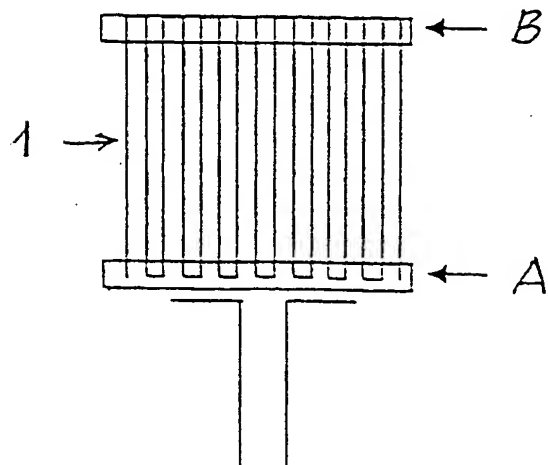
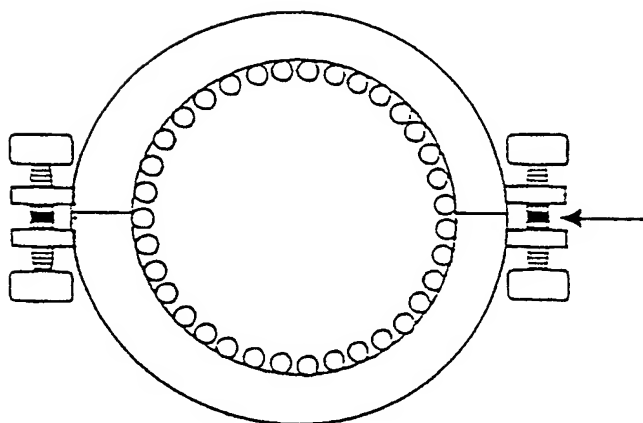
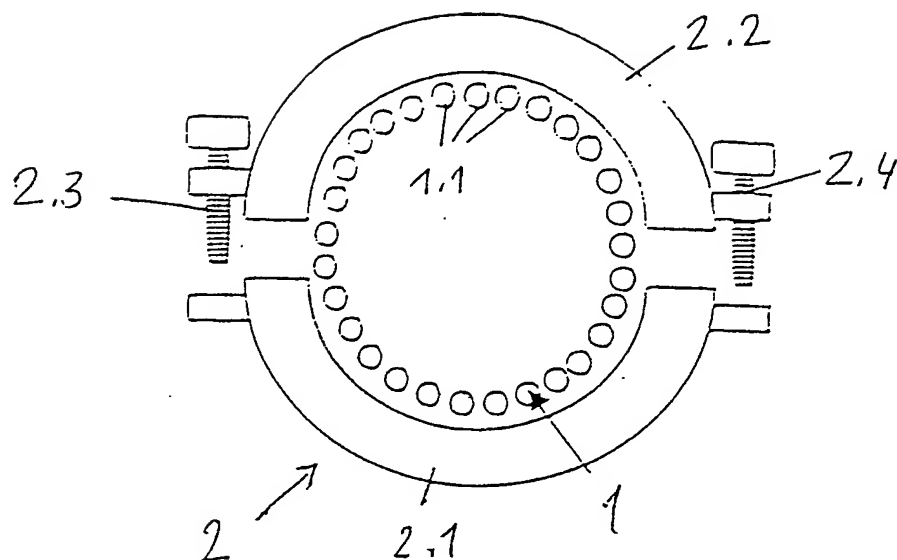
Patentansprüche

1. Skultiegel für das Erschmelzen oder das Läutern von Gläsern oder Glaskeramiken;
 - 5 1.1 mit einer Tiegelwandung (1);
 - 1.2 mit einem Tiegelboden;
 - 1.3 mit einer Induktionsspule (3), die die Tiegelwandung (1) umgibt und über welche Hochfrequenzenergie in den Tiegelinhalt einkoppelbar ist;
 - 1.4 die Tiegelwandung (1) ist aus einem Kranz von Metallrohren (1.1) gebildet, die an ein Kühlmedium anschließbar sind, mit schlitzartigen Zwischenräumen zwischen einander benachbarten Metallrohren (1.1);
 - 10 1.5 der Boden weist einen Ablauf für die Schmelze auf;
 - 1.6 die Metallrohre (1.1) sind miteinander kurzgeschlossen.
- 15 2. Skultiegel (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kurzschluß im Bereich der oberen Enden der Metallrohre (1.1) vorgesehen ist.
3. Skultiegel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kurzschluß im Bereich des Bodens vorgesehen ist.
- 20 4. Skultiegel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kurzschluß im Bereich der oberen Enden der Metallrohre und im Bereich des Bodens vorgesehen ist.
- 25 5. Skultiegel nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Kurzschluß in der Höhe variabel ist, insbesondere bei Vorliegen zweier Kurzschlüsse.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Kurzschluß mittels eines Metallrohres (1.1) hergestellt ist, das an ein Kühlmedium anschließbar ist.



1/2



JC10 Rec'd PST/PTO 19 FEB 2002

2/2

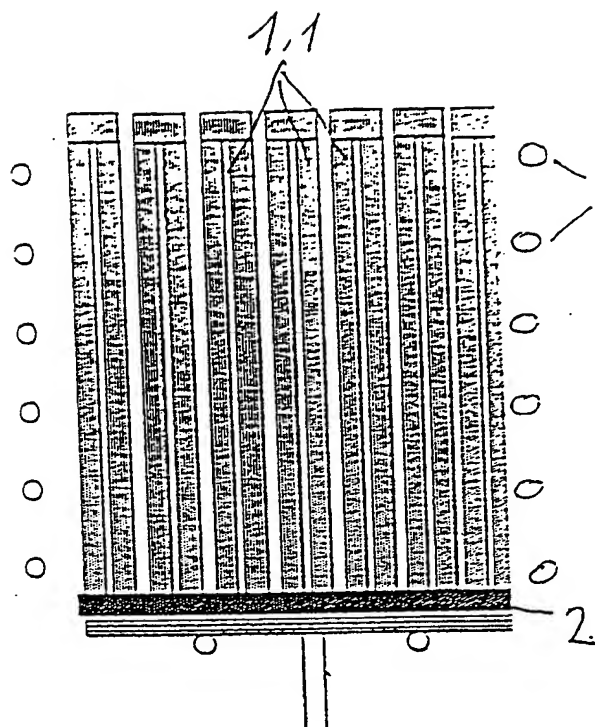


Fig. 4

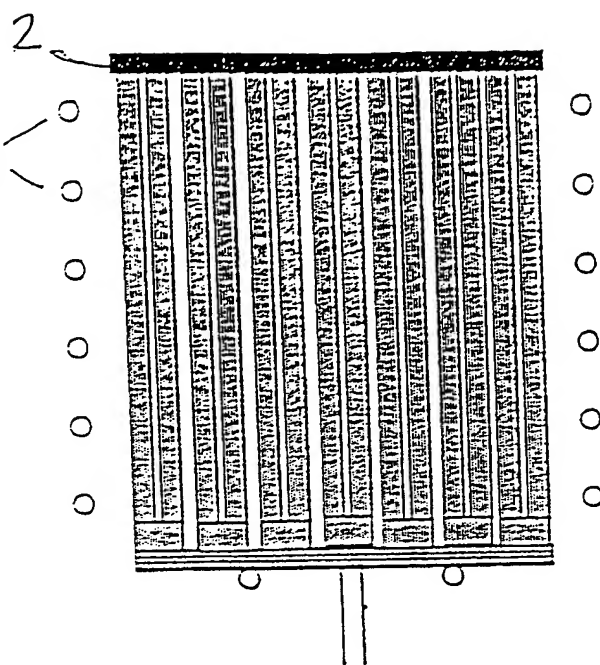


Fig. 5

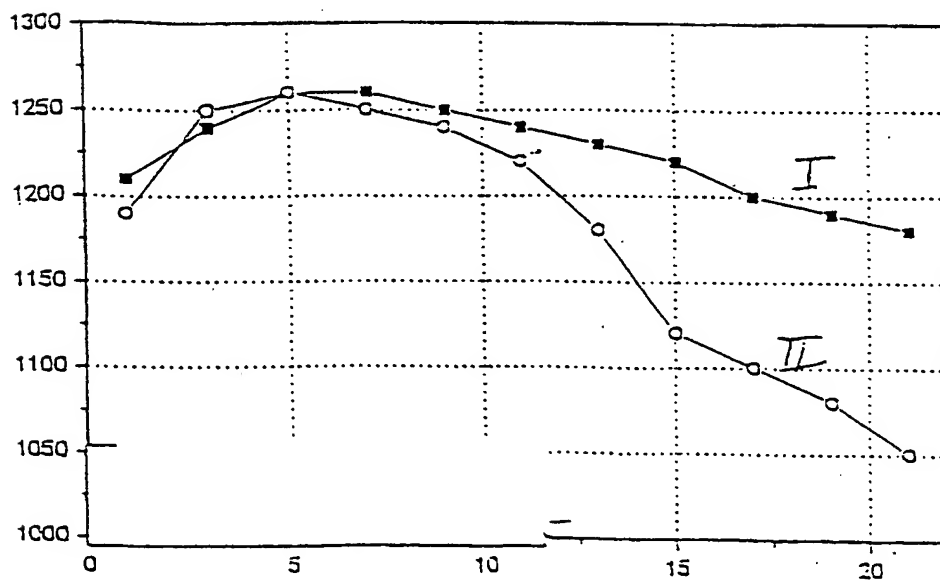


Fig. 6

JC10 Resub PCH/PIO 19 FEB 2002

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/07986

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C03B5/02 C03B5/225 C03B5/44 H05B6/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C03B H05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	LIFANOV F A ET AL: "A CRUCIBLE-TYPE INDUCTION FURNACE FOR MELTING GLASS" GLASS AND CERAMICS, US, CONSULTANTS BUREAU. NEW YORK, vol. 48, no. 7 / 08, 1 July 1991 (1991-07-01), pages 288-290, XP000268262 ISSN: 0361-7610 page 288, paragraph 3; figure 1	1-4, 6
X	FR 2 768 257 A (MO G PREDPR OB EKOLOGO T I NI) 12 March 1999 (1999-03-12) page 10, line 19 - line 22; figure 5 -/-	1, 2, 6



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 October 2000

Date of mailing of the international search report

07/11/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Stroud, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 00/07986

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KUSHNIKOV V V ET AL: "INDUCTION MELTING IN A COLD CRUCIBLE FOR IMMOBILIZATION OF PLUTONIUM-CONTAINING WASTES" ATOMIC ENERGY, US, CONSULTANTS BUREAU, NEW YORK, NY, vol. 83, no. 5, 1 November 1997 (1997-11-01), pages 801-806, XP000781558 ISSN: 1063-4258 page 803; figure 3	1,2,6
X	PETROV, YU.B ET AL.: "Continuous casting glass melting in a cold crucible induction furnace" XV INT. CONGRESS ON GLASS 1989, PROCEEDINGS, vol. 3a, 2 - 7 July 1989, pages 72-77, XP000075308 Leningrad, SU page 74; figure 1	1,2,6
X	DATABASE WPI Section Ch, Week 33 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class K07, AN 2000-385316 XP002149690 -& RU 2 132 097 C (MOSC. RADON RADIOACTIVE WASTE DECONTAM.), 20 June 1999 (1999-06-20) abstract; figure 1	1,2,6
A	MOULIN, J. ET AL.: "Nouveaux développements dans la fusion électrique des verres réfractaires" VERRES ET REFRACTAIRES, ARTICLES ORIGINAUX, vol. 26, no. 4-5, July 1972 (1972-07) - October 1972 (1972-10), pages 123-127, XP002150540 INSTITUT DU VERRE, PARIS, FR page 124; figure 3	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/07986

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2768257 A	12-03-1999	RU 2115182 C US 6058741 A	10-07-1998 09-05-2000
RU 2132097 C	20-06-1999	NONE	



INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/07986

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 C03B5/02 C03B5/225 C03B5/44 H05B6/22

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C03B H05B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	LIFANOV F A ET AL: "A CRUCIBLE-TYPE INDUCTION FURNACE FOR MELTING GLASS" GLASS AND CERAMICS,US,CONSULTANTS BUREAU. NEW YORK, Bd. 48, Nr. 7 / 08, 1. Juli 1991 (1991-07-01), Seiten 288-290, XP000268262 ISSN: 0361-7610 Seite 288, Absatz 3; Abbildung 1	1-4,6
X	FR 2 768 257 A (MO G PREDPR OB EKOLOGO T I NI) 12. März 1999 (1999-03-12) Seite 10, Zeile 19 - Zeile 22; Abbildung 5 -/-	1,2,6



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. Oktober 2000

Abmeldedatum des internationalen Recherchenberichts

07/11/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Stroud, J

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>KUSHNIKOV V V ET AL: "INDUCTION MELTING IN A COLD CRUCIBLE FOR IMMOBILIZATION OF PLUTONIUM-CONTAINING WASTES"</p> <p>ATOMIC ENERGY, US, CONSULTANTS BUREAU, NEW YORK, NY,</p> <p>Bd. 83, Nr. 5,</p> <p>1. November 1997 (1997-11-01), Seiten 801-806, XP000781558</p> <p>ISSN: 1063-4258</p> <p>Seite 803; Abbildung 3</p>	1,2,6
X	<p>PETROV, YU.B ET AL.: "Continuous casting glass melting in a cold crucible induction furnace"</p> <p>XV INT. CONGRESS ON GLASS 1989, PROCEEDINGS,</p> <p>Bd. 3a, 2. - 7. Juli 1989, Seiten 72-77, XP000075308</p> <p>Leningrad, SU</p> <p>Seite 74; Abbildung 1</p>	1,2,6
X	<p>DATABASE WPI</p> <p>Section Ch, Week 33</p> <p>Derwent Publications Ltd., London, GB;</p> <p>Class K07, AN 2000-385316</p> <p>XP002149690</p> <p>-& RU 2 132 097 C (MOSC. RADON RADIOACTIVE WASTE DECONTAM.),</p> <p>20. Juni 1999 (1999-06-20)</p> <p>Zusammenfassung; Abbildung 1</p>	1,2,6
A	<p>MOULIN, J. ET AL.: "Nouveaux développements dans la fusion électrique des verres réfractaires"</p> <p>VERRES ET REFRACTAIRES, ARTICLES ORIGINAUX,</p> <p>Bd. 26, Nr. 4-5, Juli 1972 (1972-07)</p> <p>- Oktober 1972 (1972-10), Seiten 123-127, XP002150540</p> <p>INSTITUT DU VERRE, PARIS, FR</p> <p>Seite 124; Abbildung 3</p>	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/07986

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2768257 A	12-03-1999	RU 2115182 C US 6058741 A	10-07-1998 09-05-2000
RU 2132097 C	20-06-1999	KEINE	



Skulltiegel für das Erschmelzen
oder das Läutern von Gläsern oder Glaskeramiken

5 Die Erfindung betrifft einen sogenannten Skulltiegel für das Erschmelzen oder das Läutern von Gläsern oder Glaskeramiken.

10 Solche Tiegel umfassen eine Tiegelwandung. Diese ist im allgemeinen zylindrisch. Sie ist aus einem Kranz von vertikalen Metallrohren aufgebaut. Zwischen einander benachbarten Rohren verbleiben Schlitzte. Auch der Tiegelboden kann aus Metallrohren aufgebaut sein. Er kann aber auch aus Feuerfestmaterial bestehen.

15 Die Beheizung erfolgt durch eine Induktionsspule, die die Tiegelwandung umgibt, und über welche Hochfrequenzenergie in den Tiegelinhalt einkoppelbar ist.

Ein solcher Skulltiegel ist zum Beispiel aus EP 0 528 025 B1 bekanntgeworden.

20 Ein Skulltiegel arbeitet wie folgt: der Tiegel wird mit Gemenge oder Scherben oder einem Gemisch hieraus befüllt. Das Glas beziehungsweise die Schmelze müssen zunächst vorgeheizt werden, um eine gewisse Mindestleitfähigkeit zu erreichen. Das Vorheizen geschieht häufig durch Brennerbeheizung. Ist die Kopplungstemperatur erreicht, so kann die weitere Energiezufuhr über die
25 Einstrahlung von Hochfrequenzenergie erfolgen. Auch während des Betriebes kann die Schmelze zusätzlich zu dem Beheizen mittels Hochfrequenzenergie durch Brenner beheizt werden, die auf die Schmelze von oben her einwirken. Die Zusatzbeheizung der Schmelzoberfläche kann auch über elektrische Heizelemente erfolgen.

30

5 An der gekühlten, aus den Metallrohren bestehenden Tiegelwandung bildet sich während des Betriebes eine Randschicht aus erstarrter Schmelze. Diese schützt die Tiegelwand vor Korrosion durch aggressive oder heiße Schmelzen. Diese kalte Randschicht ist je nach Glasschmelze glasig oder kristallin.

10 Auch die Bodenschicht ist kalt, da der Boden ebenfalls gekühlt wird, genauso wie die Umfangswandung. Dort bildet sich ebenfalls eine glasige oder kristallisierte kalte Bodenschicht. Diese ist für das Ausgießen der Schmelze durch einen Bodenablauf nachteilig. Um die Schmelze durch einen Bodenablauf ablaufen zu lassen, muß nämlich die erstarrte Bodenschicht entweder durchstoßen oder mittels Zusatzheizungen thermisch aufgelöst werden. Dabei wirkt eine kristalline Schicht für die vorbeiströmende Schmelze als Keimbildner, was unerwünscht ist.

15 Die Hochfrequenzenergie läßt sich lediglich zur Aufheizung des Skultiegel-Innenraumes nutzbar machen. Sie kann hingegen nicht zur gezielten Erwärmung des gekühlten Bodenbereiches herangezogen werden. Wollte man nämlich mit der Induktionsheizung auch die bodennahen Schichten beheizen, so würde diesen Schichten wiederum Wärme durch die Bodenabführung entzogen. Dies würde zu einer Verschlechterung des Energieeintrages führen - verglichen mit der ungekühlten heißen Mittelzone der Schmelze.

25 Es könnte auch daran gedacht werden, die Hochfrequenzleistung insgesamt zu steigern, so daß die Temperatur des Bodenbereiches die obere Entglasungstemperatur überschreitet. Damit wäre zwar das Problem des Ausgießens zu lösen. Jedoch würde die Schmelze im mittleren Bereich des Skultiegels überhitzt werden. Dies könnte dazu führen, daß die Synthese durch selektive Verdampfung einzelner Glaskomponenten verschoben wird, was mit Brechwertschwankungen und Schlieren einhergeht.

30

Es ist somit festzuhalten, daß bei den bisher bekannten Schmelztiegeln relativ niedrige Temperaturen im Bodenbereich nachteilig sind.

5 Genauso nachteilig kann es aber sein, wenn der Oberflächenbereich der Schmelze in Läutergefäßen relativ kalt ist. Die kalten Oberflächenschichten der Schmelze behindern nämlich die Blasen am Aufsteigen und am Aufplatzen.

10 Aber nicht nur beim Läutern, sondern auch beim Einschmelzen sind hohe Temperaturen der Schmelze im Oberflächenbereich erwünscht. Diese begünstigen nämlich die Geschwindigkeit des Abschmelzens.

15 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Maßnahmen zu treffen, einen Skultiegel derart zu gestalten, daß sich bei gegebener Energiezufuhr während des Betriebes die Temperatur in der Schmelze in verschiedenen Bereichen, die auf unterschiedlichen geodätischen Höhen liegen, kontrollieren läßt. Demgemäß soll es beispielsweise möglich sein, die Temperatur der Schmelze im unteren oder in einem mittleren oder im oberen Tiegelbereich besonders stark ansteigen zu lassen. Alternativ hierzu soll es ebenso gut möglich sein, eine stärkere Homogenität der Temperatur über die gesamte Tiegelhöhe
20 hinweg einzustellen.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale von Anspruch 1 gelöst.

Die Erfinder haben folgendes erkannt:

25 Die Hochfrequenzeinstrahlung wird auch in geringerem Maße von den metallischen Kühlfingern absorbiert. Hierdurch werden zwischen den elektrisch gegeneinander isolierten Kühlfingern Spannungen induziert. Dabei kommt es zu einer Lichtbogenbildung zwischen den einzelnen Kühlfingern.

30 Dies tritt besonders dann auf, wenn die erstarrte kalte Schicht aus arteigenem Material im Wandbereich bei hohen Schmelztemperaturen sehr dünn wird.

Dann liegt nämlich die volle Induktionsspannung an diesen Schichten an, da sowohl die Leitfähigkeit der heißen Schmelze als auch diejenige der Kühlfinger deutlich größer ist, als die Leitfähigkeit der gekühlten arteigenen Randschicht. Die geringen Randschichtdicken führen zu hohen Feldstärken und damit zur Bildung der genannten Lichtbogen oder Überschläge. Die Überschläge führen zu Beschädigungen der metallischen Kühlfinger und auf längere Sicht zur Zerstörung des Tiegels.

Durch die Erfindung, nämlich das Vorsehen eines Kurzschlußringes, werden die Überschläge vermieden. Damit wird somit die Lebensdauer des Skultiegels gesteigert.

Bei sehr großen Skultiegeln mit langen Kühlfingern wird es notwendig, sowohl oben als auch unten einen Kurzschlußring zu haben. Ein einziger Kurzschluß reicht nicht aus, um die HF-Induktionsspannungen abzubauen.

Dies gilt insbesondere für Schmelzen, die keine stabile, kristalline, elektrisch isolierende Randschicht zwischen Schmelze und Skullwand bilden. Bei Verwendung eines doppelten Kurzschlusses kann die Feld- und damit die Temperaturverteilung dadurch gezielt eingestellt werden, daß die Kurzschlußentfernung von der Schmelzmitte unterschiedlich weit entfernt gewählt wird.

Zum Beispiel kann man den Kurzschluß im Bodenbereich des Tiegels dadurch variabel gestalten, daß man die Kühlfinger des Skulls nicht direkt miteinander verbindet, sondern daß man die Kühlfinger über Gewindestangen nach unten verlängert und an den Gewindestangen einen verstellbaren Kurzschlußring anbringt. Mit einem solchen Tiegel kann je nach Schmelzphase (Einschmelzen, Läutern oder Guß) eine optimale Kurzschlußposition gewählt werden. Eine vergleichbare, höhenverstellbare

Kurzschlußmodifikation kann man natürlich auch am oberen Tiegelrand positionieren.

Bei sehr großen Tiegelhöhen ist zwar einerseits ein zweiter Kurzschluß unter Umständen notwendig, andererseits ist es im Falle zweier Kurzschlüsse durchaus möglich, daß einer der beiden Kurzschlüsse weiter außerhalb gezogen werden kann. Dies gilt insbesondere für die Schmelzphase des Gießens, wenn relativ niedrige Schmelztemperaturen eingestellt werden und sich die kalte Glasrandschicht in der Regel auch bei kritischen Glassystemen ausbildet.

Die Erfinder haben jedoch noch Weiteres erkannt:

Werden die metallischen Kühlfinger miteinander kurzgeschlossen, so führt der Kurzschluß je nach seiner Lage zu einer Verdrängung des HF-Feldes nach oben oder nach unten. Befindet sich der Kurzschluß am Boden des Skultiegels, so findet eine Verdrängung nach oben statt. Befindet sich der Kurzschluß im oberen Bereich, so findet eine Verdrängung nach unten statt. Bei einer Feldverdrängung nach oben wird der Oberflächenbereich der Schmelze heißer. Bei einer Verdrängung nach unten wird der Bodenbereich der Schmelze heißer. Man hat es somit in der Hand, je nach Anordnung des Kurzschlusses einen bestimmten Bereich der Schmelze in besonderem Maße aufzuheizen, oder auch eine homogene Temperaturverteilung zu erzielen.

Im allgemeinen wird man zum Läutern den Kurzschluß in den Bodenbereich legen. Das HF-Feld wird in diesem Falle nach oben verdrängt. Es wird der Oberflächenbereich der Schmelze besonders stark aufgeheizt. Die in der Schmelze enthaltenen Gasblasen steigen bereitwillig nach oben, wo sie die oberen Schichten der Schmelze leicht durchdringen und aufplatzen.

Auch beim Einschmelzen kann es vorteilhaft sein, den Kurzschluß in den Bodenbereich zu legen. Dabei wird wiederum eine besondere Erwärmung im

Bereich der entstehenden Oberfläche stattfinden, so daß das Abschmelzen beschleunigt wird.

5 Während der Phase des Gießens sollte der Auslauf frei von Kristallen sein. Die Schmelze sollte im Auslaufbereich Viskositäten um 10^4 dPas haben, ohne daß der Schmelzbereich in höheren Tiegelzonen auf Läutertemperatur erwärmt werden muß, was zu einem thermischen Reboilen führen würde. Um den Auslauf in der Gießphase frei von Kristallen zu halten, sollte der Kurzschluß in den oberen Bereich des Tiegels gelegt werden. In diesem Falle wird das HF-
10 Feld nach unten verdrängt, so daß der Auslaufbereich besonders stark aufgeheizt wird.

Der Kurzschluß wird zweckmäßigerweise durch einen metallischen Ring realisiert, der die metallischen Kühlfinger elektrisch leitend miteinander
15 verbindet. Der Kurzschluß - in welcher Form auch immer - muß an irgendeiner Stelle der Länge der Kühlfinger angeordnet sein, d.h. zwischen dem Boden des Skultiegels und den oberen Enden der Kühlfinger. Liegt der Kurzschluß außerhalb dieses Bereiches, so ist er für hochfrequente Spannungen nicht mehr wirksam, weil nämlich der induktive Widerstand einer solchen
20 "Leiterschleife" zu groß ist. US 4 049 384 beschreibt einen Skultiegel, der aus zwei Modulen aufgebaut ist. Jedes Modul umfaßt eine Reihe von Kühlfingern, die im Halbkreis angeordnet sind und mit einer metallischen, ebenfalls halbkreisförmigen Bodenplatte fest verbunden sind. Die beiden Bodenplatten sind unter Zwischenfügung einer elektrischen Isolierung zusammengefügt, so
25 daß kein Kurzschluß zwischen den Modulen hergestellt wird, worauf in jener Schrift Wert gelegt wird. Dies stand in Einklang mit der bisherigen Auffassung, wonach ein Kurzschluß vermieden werden muß, entgegen dem Grundgedanken der Erfindung.

30 Es könnte die Befürchtung aufkommen, daß mit einem Kurzschluß ein größeres Maß an Hochfrequenzleistung im Skultiegel selbst verbraucht wird,

oder daß das Hochfrequenzfeld nicht in den Innenbereich des Tiegels eindringt. Derartige Befürchtungen haben sich nicht bewahrheitet. Der Mehrverbrauch an Hochfrequenzleistung ist minimal. Die Erfindung hat somit starke Vorteile, aber so gut wie keine Nachteile.

5

Ein zusätzlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Aufbaus bei Verwendung eines Kurzschlußringes ist eine mechanische Stabilisierung des Tiegels.

10

Die Erfindung ist anhand der Zeichnungen näher erläutert. Darin ist im einzelnen folgendes dargestellt:

Figur 1 zeigt einen Skultiegel in schematischer Aufrißansicht in einem vertikalen Zentralschnitt.

Figur 2 zeigt eine Kurzschlußeinrichtung in offenem Zustand.

15

Figur 3 zeigt die Kurzschlußeinrichtung in geschlossenem Zustand.

Figur 4 zeigt einen Skultiegel in einer Darstellung entsprechend Figur 1 mit unten liegender Kurzschlußeinrichtung.

Figur 5 zeigt einen Skultiegel in einer Darstellung ähnlich Figur 1 mit oben liegender Kurzschlußeinrichtung.

20

Figur 6 zeigt ein Diagramm des Temperaturverlaufes in der Schmelze.

Der in den Figuren dargestellte Skultiegel dient dem Erschmelzen oder dem Läutern von Gläsern oder Glaskeramiken, vor allem von Glasscherben oder sogenanntem Gemenge oder von beidem.

25

Der Skultiegel weist eine Wandung 1 auf. Diese ist aus einem Kranz von vertikalen Metallrohren gebildet, die miteinander in leitender Verbindung stehen und an ein Kühlmedium angeschlossen sind, beispielsweise an Wasser.

30

Der Boden des Skultiegels 1.1 ist aus einer Quarzgutplatte aufgebaut. Auch er ist gekühlt, und zwar durch Luft, die aus Rohren austritt.

5 Die Wandung ist von einer Induktionsspule umgeben. Diese ist Bestandteil einer Hochfrequenzeinrichtung, mit welcher Hochfrequenzenergie in den Inhalt des Skultiegels eingekoppelt wird.

10 Die beiden Pfeile A und B veranschaulichen Positionen A und B, in denen eine Kurzschlußeinrichtung angeordnet werden kann.

Die Figuren 2 und 3 zeigen den Aufbau der Kurzschlußeinrichtung. Sie umfaßt einen Ring, gebildet aus zwei Halbringsegmenten 2.1, 2.2 sowie zwei Spanneinrichtungen 2.3, 2.4. Wie man sieht, umschließen die beiden Spannringssegmente 2.1, 2.2 die Wandung 1, aufgebaut aus einer Vielzahl von kranzförmig angeordneten, kühlmittelführenden Metallrohren 1.1.

20 Bei der Darstellung gemäß Figur 3 ist die Kurzschlußeinrichtung kurzgeschlossen. Die Spanneinrichtungen 2.3, 2.4 sind verspannt. Die Halbringsegmente 2.1, 2.2 liegen berührend und damit elektrisch leitend an den Metallrohren 1.1 an. Die Halbringsegmente 2.1, 2.2 sowie die Metallrohre 1.1 sind derart gestaltet und angeordnet, daß die Halbringsegmente in diesem Zustand die Metallrohre 1.1 kraftschlüssig umschließen.

25 Bei den Darstellungen gemäß der Figuren 4 und 5 erkennt man wiederum einen Skultiegel mit den Metallrohren 1.1. Die Metallrohre 1.1 sind umgeben von den Windungen 3 einer Hochfrequenzspule. Die Kurzschlußeinrichtung 2 befindet sich bei der Ausführungsform gemäß Figur 4 im Bodenbereich, und zwar unmittelbar über dem Boden des Skultiegels. Bei der Ausführungsform gemäß Figur 5 befindet sie sich an den oberen Enden der Metallrohre 1.1.

30

Die Ausführungsform gemäß Figur 4 eignet sich besonders zum Läutern von Glasschmelzen. Durch die Kurzschlußeinrichtung 2 wird das Hochfrequenzfeld stärker in den Bereich des Schmelzenspiegels gedrückt. Der Bereich des Schmelzenspiegels wird hierdurch stärker aufgeheizt. Gasblasen können durch die Schmelze in diesem Bereich nach oben hindurchtreten und aufplatzen.

Bei der Ausführungsform gemäß Figur 5 wird eine homogene Temperaturverteilung erreicht. Das Hochfrequenzfeld wird stärker in den Bereich des Bodens gedrückt. Die Schmelze im Bodenbereich wird dadurch stärker aufgeheizt, als im Bereich ihres Spiegels. Hierdurch wird eine Konvektion der Schmelze erzeugt, indem die heiße Schmelze aus dem Bodenbereich aufsteigt, so daß es zu einer Durchmischung von relativ heißer und relativ kalter Schmelze und damit zu einer Homogenisierung kommt. Außerdem wird sichergestellt, daß eine Kristallisation im Bodenbereich vermieden wird, so daß die Schmelze durch den im Bodenbereich befindlichen Auslaß problemlos abgelassen werden kann.

Figur 6 veranschaulicht das Tiefenprofil einer optischen Glasschmelze in einem Skultiegel, und zwar durch zwei Kurven. Dabei zeigt die Ordinate die Temperatur in Grad Celsius an und die Abszisse die Tiefe des Bades, an der die Temperatur gemessen wurde, in cm.

Kurve I veranschaulicht den Verlauf der Temperatur über der Tiefe des Bades bei Anordnung eines Kurzschlußringes an den oberen freien Enden der Kühlfinger. Kurve II veranschaulicht den Verlauf der Temperatur bei Anordnung des Kurzschlußringes im Bodenbereich.

Wie man sieht, führt die Anordnung des Kurzschlußringes im oberen Bereich zu einem bei Verwendung des Skultiegels als Schmelztiegel wesentlich günstigeren Ergebnis. Die Temperatur der Schmelze im Bodenbereich und

die Temperatur der Schmelze im Bereich des Schmelzenspiegels weisen keine allzu großen Unterschiede auf.

5 Das Prinzip der Temperaturhomogenisierung durch Positionierung des elektrischen Kurzschlusses am Skultiegelrand oben wurde mittels eines modifizierten Skultiegels mit Platinablauf an einem optischen Glas, das im wesentlichen aus den Komponenten Siliziumoxid, Zinkoxid, Kalium- und Natriumoxid besteht, getestet.

10 Für das Schmelzen wurde ein Skultiegel mit einem Durchmesser von 20 cm und einer Schmelzhöhe von 22 cm verwendet. Das Glas wurde mittels eines Brenners vorgeheizt und koppelt ab ca. 900° C selbst an das HF-Feld an, so daß der Brenner ausgeschaltet werden kann. Die HF-Frequenz beträgt 1 MHz. Die benötigte Leistung liegt je nach Temperatur der Schmelze zwischen 20
15 und 40 kW. Zum Gießen des Glases wird eine Schmelztemperatur von 1100° C eingestellt, hierfür wird eine Leistung von 25 kW benötigt.

Der Skultiegel wurde einmal mit Kurzschluß nach unten standardmäßig eingebaut und einmal mit Kurzschluß oben. Am Boden befindet sich ein
20 widerstandsbeheizter Platinauslaufflansch über den die Schmelze gegossen werden und die Glasqualität beurteilt werden kann.

Mittels Thermoelementen kann die Temperaturverteilung in der Schmelze gemessen werden. Die Thermoelemente werden über
25 Durchführungskondensatoren und Optokoppler aus der HF-Zone herausgeführt. Das gefilterte Thermosignal kann mit Standardmeßgeräten erfaßt werden.

Die Messung der vertikalen Temperaturverteilung in der Tiegelmitte zeigt den
30 deutlichen Vorteil der Positionierung des Kurzschlusses oben. Gegenüber

dem Standardaufbau ist die Temperaturverteilung deutlich homogener. Dies hat mehrere Vorteile:

- 5 Einmal ist eine homogene Temperaturverteilung Voraussetzung für das Erschmelzen eines homogenen optischen Glases. Zum anderen liefert das Gießen durch einen Bodenablauf im Fall der homogenen Temperaturverteilung mit Kurzschluß oben deutlich bessere Ergebnisse, da keine Kristallschicht am Boden störend wirkt und zur Verunreinigung des Endproduktes durch Kristalle führt. Zum Gießen ist eine Überhitzung der
- 10 oberen Tiegelzone, um sicherzustellen, daß der untere Schmelzbereich flüssig ist, nicht notwendig. Das Gießen kann durch diese Tiegelmodifikation bei wesentlich niedrigeren und moderaten Temperaturen erfolgen.

Patentansprüche

1. Skultiegel für das Erschmelzen oder das Läutern von Gläsern oder Glaskeramiken;
 - 5 1.1 mit einer Tiegelwandung (1);
 - 1.2 mit einem Tiegelboden;
 - 1.3 mit einer Induktionsspule (3), die die Tiegelwandung (1) umgibt und über welche Hochfrequenzenergie in den Tiegelinhalt einkoppelbar ist;
 - 1.4 die Tiegelwandung (1) ist aus einem Kranz von Metallrohren (1.1)
10 gebildet, die an ein Kühlmedium anschließbar sind, mit schlitzartigen Zwischenräumen zwischen einander benachbarten Metallrohren (1.1);
 - 1.5 der Boden weist einen Ablauf für die Schmelze auf;
 - 1.6 die Metallrohre (1.1) sind miteinander kurzgeschlossen.
- 15 2. Skultiegel (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kurzschluß im Bereich der oberen Enden der Metallrohre (1.1) vorgesehen ist.
3. Skultiegel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der
20 Kurzschluß im Bereich des Bodens vorgesehen ist.
4. Skultiegel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kurzschluß im Bereich der oberen Enden der Metallrohre und im Bereich des Bodens vorgesehen ist.
25
5. Skultiegel nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Kurzschluß in der Höhe variabel ist, insbesondere bei Vorliegen zweier Kurzschlüsse.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Kurzschluß mittels eines Metallrohres (1.1) hergestellt ist, das an ein Kühlmedium anschließbar ist.



1/2

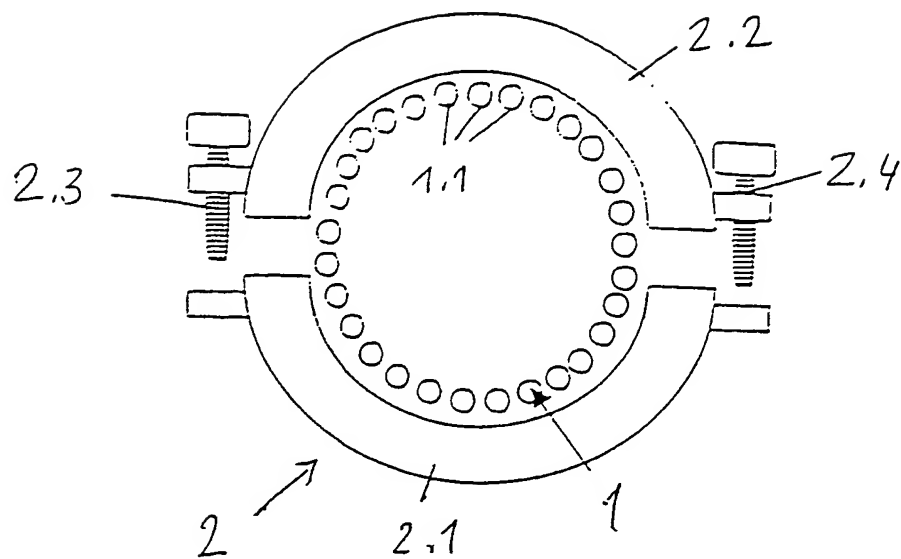


Fig. 2

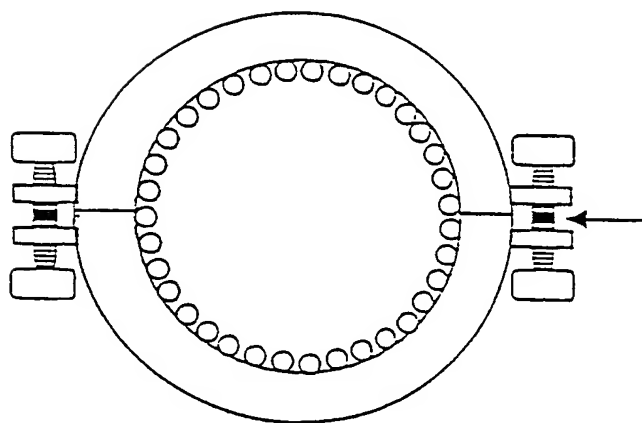


Fig. 3

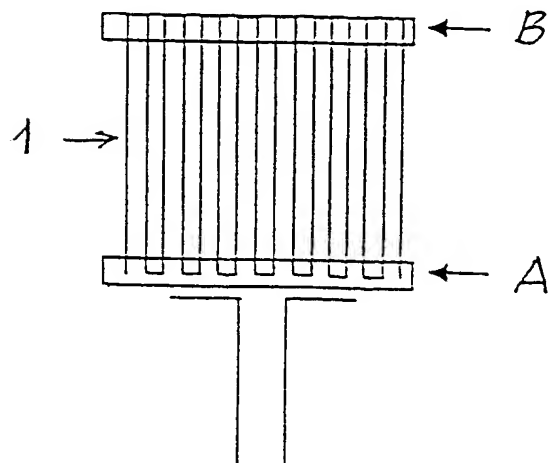


Fig. 1



2/2

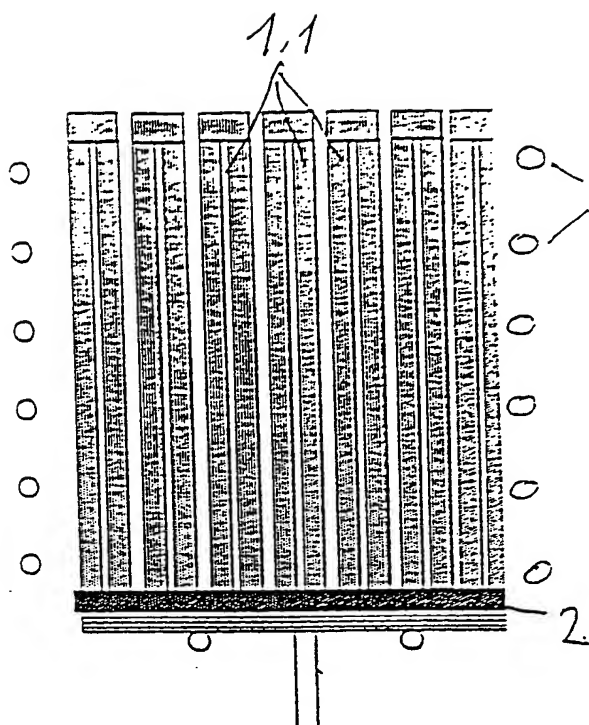


Fig. 4

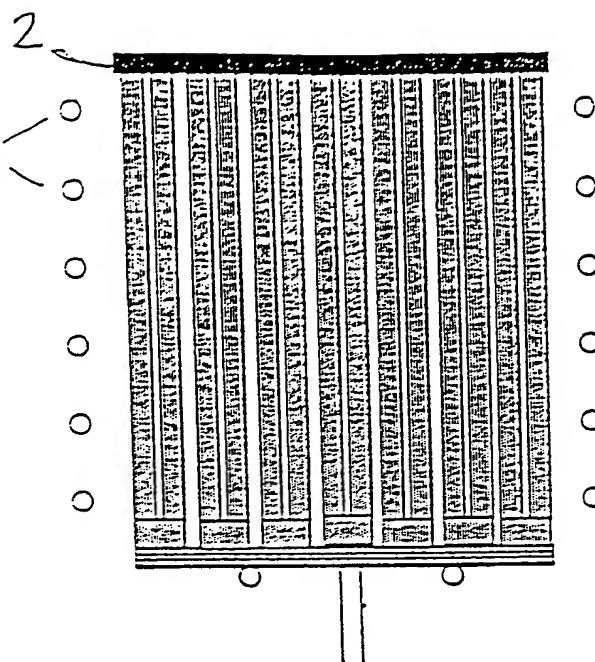


Fig. 5

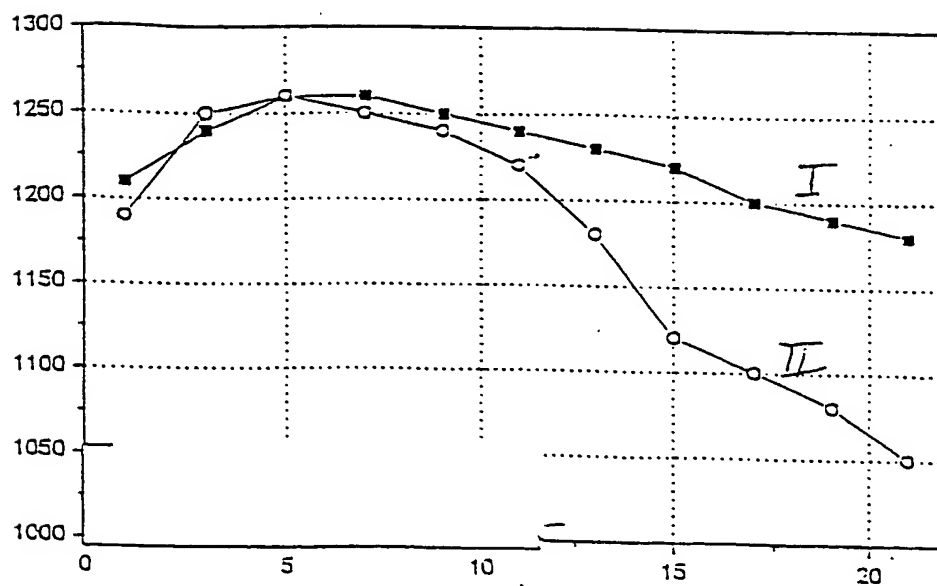


Fig. 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/07986

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C03B5/02 C03B5/225 C03B5/44 H05B6/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C03B H05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	LIFANOV F A ET AL: "A CRUCIBLE-TYPE INDUCTION FURNACE FOR MELTING GLASS" GLASS AND CERAMICS,US,CONSULTANTS BUREAU. NEW YORK, vol. 48, no. 7 / 08, 1 July 1991 (1991-07-01), pages 288-290, XP000268262 ISSN: 0361-7610 page 288, paragraph 3; figure 1	1-4, 6
X	FR 2 768 257 A (MO G PREDPR OB EKOLOGO T I NI) 12 March 1999 (1999-03-12) page 10, line 19 - line 22; figure 5 -/-	1,2,6

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 October 2000

Date of mailing of the international search report

07/11/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Stroud, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/07986

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KUSHNIKOV V V ET AL.: "INDUCTION MELTING IN A COLD CRUCIBLE FOR IMMOBILIZATION OF PLUTONIUM-CONTAINING WASTES" ATOMIC ENERGY, US, CONSULTANTS BUREAU, NEW YORK, NY, vol. 83, no. 5, 1 November 1997 (1997-11-01), pages 801-806, XP000781558 ISSN: 1063-4258 page 803; figure 3	1,2,6
X	PETROV, YU.B ET AL.: "Continuous casting glass melting in a cold crucible induction furnace" XV INT. CONGRESS ON GLASS 1989, PROCEEDINGS, vol. 3a, 2 - 7 July 1989, pages 72-77, XP000075308 Leningrad, SU page 74; figure 1	1,2,6
X	DATABASE WPI Section Ch, Week 33 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class K07, AN 2000-385316 XP002149690 - & RU 2 132 097 C (MOSC. RADON RADIOACTIVE WASTE DECONTAM.), 20 June 1999 (1999-06-20) abstract; figure 1	1,2,6
A	MOULIN, J. ET AL.: "Nouveaux développements dans la fusion électrique des verres réfractaires" VERRES ET REFRACTAIRES, ARTICLES ORIGINAUX, vol. 26, no. 4-5, July 1972 (1972-07) - October 1972 (1972-10), pages 123-127, XP002150540 INSTITUT DU VERRE, PARIS, FR page 124; figure 3	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/07986

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2768257 A	12-03-1999	RU 2115182 C US 6058741 A	10-07-1998 09-05-2000
RU 2132097 C	20-06-1999	NONE	



2

4

2

2

INTERNATIONALE RESEARCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/07986

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 C03B5/02 C03B5/225 C03B5/44 H05B6/22

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Researchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C03B H05B

Researchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die researchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	LIFANOV F A ET AL: "A CRUCIBLE-TYPE INDUCTION FURNACE FOR MELTING GLASS" GLASS AND CERAMICS,US,CONSULTANTS BUREAU. NEW YORK, Bd. 48, Nr. 7 / 08, 1. Juli 1991 (1991-07-01), Seiten 288-290, XP000268262 ISSN: 0361-7610 Seite 288, Absatz 3; Abbildung 1	1-4,6
X	FR 2 768 257 A (MO G PREDPR OB EKOLOGO T I NI) 12. März 1999 (1999-03-12) Seite 10, Zeile 19 - Zeile 22; Abbildung 5 -/-	1,2,6



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Researchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. Oktober 2000

Absenddatum des internationalen Researchenberichts

07/11/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Researchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Stroud, J

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	KUSHNIKOV V V ET AL: "INDUCTION MELTING IN A COLD CRUCIBLE FOR IMMOBILIZATION OF PLUTONIUM-CONTAINING WASTES" ATOMIC ENERGY,US,CONSULTANTS BUREAU, NEW YORK, NY, Bd. 83, Nr. 5, 1. November 1997 (1997-11-01), Seiten 801-806, XP000781558 ISSN: 1063-4258 Seite 803; Abbildung 3	1,2,6
X	PETROV, YU.B ET AL.: "Continuous casting glass melting in a cold crucible induction furnace" XV INT. CONGRESS ON GLASS 1989, PROCEEDINGS, Bd. 3a, 2. - 7. Juli 1989, Seiten 72-77, XP000075308 Leningrad, SU Seite 74; Abbildung 1	1,2,6
X	DATABASE WPI Section Ch, Week 33 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class K07, AN 2000-385316 XP002149690 -& RU 2 132 097 C (MOSC. RADON RADIOACTIVE WASTE DECONTAM.), 20. Juni 1999 (1999-06-20) Zusammenfassung; Abbildung 1	1,2,6
A	MOULIN, J. ET AL.: "Nouveaux développements dans la fusion électrique des verres réfractaires" VERRES ET REFRACTAIRES, ARTICLES ORIGINAUX, Bd. 26, Nr. 4-5, Juli 1972 (1972-07) - Oktober 1972 (1972-10), Seiten 123-127, XP002150540 INSTITUT DU VERRE, PARIS, FR Seite 124; Abbildung 3	1

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die derselben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/07986

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2768257 A	12-03-1999	RU 2115182 C US 6058741 A	10-07-1998 09-05-2000
RU 2132097 C	20-06-1999	KEINE	



7
-
Y

7
-
A